

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 170

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA STRUCTURE
ET DE L'HISTO-PHYSIOLOGIE
DES VOIES AÉROPHORES
INTRAPULMONAIRES

Travail du Laboratoire d'Anatomie générale et d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Bordeaux

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Mardi 30 Juillet 1935

PAR

Georges-Jean-Théophile DEZEST

Né à BORDEAUX (Gironde), le 1^{er} Février 1910.

Examineurs de la Thèse	{	MM. DUBREUIL, professeur.....	Président.
		LACOSTE, professeur.....	Juges.
		LOUBAT, agrégé.....	
		DUBECQ, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
Y. CADORET, DELMAS, SUCESSEUR
Place Saint-Christoly

1935



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1934-1935. — N° 170

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA STRUCTURE
ET DE L'HISTO-PHYSIOLOGIE
DES VOIES AÉROPHORES
INTRAPULMONAIRES

Travail du Laboratoire d'Anatomie générale et d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Bordeaux

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Mardi 30 Juillet 1935

PAR

Georges-Jean-Théophile DEZEST

Né à BORDEAUX (Gironde), le 1^{er} Février 1910.

Examineurs de la Thèse	{	MM. DUBREUIL, professeur.....	<i>Président.</i>
		LACOSTE, professeur.....	} <i>Juges.</i>
		LOUBAT, agrégé.....	
		DUBECQ, agrégé.....	

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Y. CADORET, DELMAS, SUCESSEUR

Place Saint-Christoly

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. POUSSEON, MOURE, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE,
CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale.....	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
id.....	DUPÉRIÉ.	Médecine expérimentale.....	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale.....	BÉGOUIN.	Clinique ophtalmologique.....	TEULIÈRES.
Clinique chirurgicale et gynécologique.....	GUYOT.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie.....	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales.....	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants.....	CRUCHET.
Clinique d'accouchements.....	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale.....	DELAUNAY.
Anatomie pathol. et microscopie clinique.....	SABRAZÈS.	Physique médicale et pharmaceutique.....	C. SIGALAS.
Anatomie.....	VILLEMEN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.....	BONNIN.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques.....	PETGES.
Hygiène.....	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires.....	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie.....	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales.....	ABADIE.
Electroradiologie et lin. d'électricité médic.....	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	LABAT.
Botanique et matière médicale.....	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	CREYX.
Pharmacie.....	DUPOUY.	Clinique dentaire.....	N.

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale).
R SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie.....	DUBECQ.	Chirurgie générale.....	CHARRIER.
id.....	DUFOUR.	id.....	LOUBAT.
Physiologie.....	FABRE.	Obstétrique.....	RIVIÈRE.
Médecine générale.....	DAMADE.	Ophtalmologie.....	BEAUVIEUX.
id.....	PIÉCHAUD.	Oto-rhino-laryngologie.....	DESPONS.
id.....	DELMAS-MARSALET.	Dermatologie et syphiligraphie.....	JOULLA.
id.....	DE GRAILLY.	Physique médicale.....	WANGERMEZ.
id.....	FONTAN.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie.....	VITTE.

COURS COMPLÉMENTAIRES

	MM.		MM.
Physiologie.....	FABRE.	Puériculture.....	FAUGÈRE.
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Pharmacie chimique.....	VITTE.
Accouchements.....	PERY.	Zoologie et parasitologie.....	R. SIGALAS.
Pathologie médicale.....	DELMAS-MARSALET.	Botanique.....	GIRARD.

Ophtalmologie..... MM. CABANNES (en congé).
Ortopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.



A MA FEMME

A MES FILLES

A MON PERE ET A MA MERE

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma
profonde reconnaissance et de tout un
amour filial.

A MONSIEUR SIMONET

*Chef de Bataillon,
Officier de la Légion d'honneur.
Croix de guerre,*

IN MEMORIAM

A MA BELLE-MERE

A MES BEAUX-FRERES ET A MES BELLES-SŒURS

A MES AMIS

A MES MAITRES DE LA FACULTE DE MEDECINE

A MES PROFESSEURS
DE L'ECOLE DU SERVICE DE SANTE DE LA MARINE

A MES CAMARADES DE L'ECOLE

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL CAZAMIAN

*Directeur de l'Ecole Principale
du Service de Santé de la Marine et des Troupes coloniales,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MONSIEUR LE MÉDECIN EN CHEF BRUN

*Sous-Directeur de l'Ecole Principale
du Service de Santé de la Marine et des Troupes coloniales,
Officier de la Légion d'honneur,
Décoré de la Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

AU DOCTEUR LACOSTE

*Professeur agrégé d'histologie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie
de Bordeaux.*

*Docteur ès sciences naturelles,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

AU DOCTEUR X.-J. DUBECQ

*Professeur agrégé d'anatomie
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Docteur ès sciences.*

En souvenir des heures de travail, par-
tagées dans le même laboratoire et de
ses services toujours empressés.

A MON MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR G. DUBREUIL

*Professeur d'anatomie générale et d'histologie
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Directeur de l'Institut Pasteur municipal de Bordeaux,
Membre correspondant de la Société de biologie,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*



AVANT-PROPOS

Au terme de nos études médicales, avant de présenter le travail qui les clôtura, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à ceux qui nous aidèrent et nous facilitèrent l'élaboration de cette thèse.

Nos remerciements vont tout d'abord à M. le Professeur G. Dubreuil pour l'amabilité avec laquelle il nous accueillit dans son laboratoire. Pendant les longs mois que nous passâmes sous sa direction, il ne cessa de nous témoigner la plus grande bienveillance. Nous ne saurions oublier les conseils qu'il nous prodigua, l'intérêt avec lequel il suivit l'élaboration de notre travail. A ses qualités de maître éclairé, il sut associer des sentiments paternels à notre égard et nous fit part, en maintes circonstances, de son érudition, qui fut un des meilleurs appoints dans notre formation scientifique. Nous l'assurons de notre respectueux attachement.

Comment marquer notre reconnaissance à M. le Professeur Lacoste? Il nous fit bénéficier de sa science et de sa précieuse expérience et, malgré la brusquerie des derniers instants, il nous permit de mettre sur pied un sujet où son esprit critique a pris une large place. Nous le remercions de cette sollicitude.

Nous remercions le Docteur Baudrimont, chef des travaux pratiques du laboratoire d'histologie, qui ne cessa de nous témoigner sa sympathie.

Nous devons à notre camarade et ami de Lachaud, préparateur d'histologie, interne des hôpitaux, une partie des microphotos qui illustrent notre thèse : nous le remercions vivement.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA STRUCTURE
ET DE L'HISTO-PHYSIOLOGIE
DES VOIES AÉROPHORES
INTRAPULMONAIRES

INTRODUCTION

Les études de ces dernières années sur l'arbre bronchique ont porté particulièrement sur la structure des voies aéro-phores. Aussi, cette question est-elle connue, et il semble que, même dans les détails, il y ait peu de choses à ajouter.

On a souvent constaté, d'une manière générale, que ces structures sont exactement adaptées à des buts nettement définis. Il nous a paru utile, néanmoins, d'apporter quelques précisions concernant quelques-unes de ces adaptations fonctionnelles. Il est vain de s'appesantir sur la structure générale de la muqueuse, de l'épithélium et des glandes dont les rôles de protection et de défense ont été mis en évidence par l'expérimentation et la pathologie.

Ces dispositifs histologiques, liés à la fonction primordiale des bronches, fonction de conduction des gaz de la respiration et de la régulation du courant aérien, ont aussi leur intérêt, d'autant qu'ils peuvent être étudiés à la lumière des recherches physiologiques récentes. La méthode d'explora-

tion par les rayons X, entré les mains de Macklin en Amérique et de nombreux radiologistes français, tels que Mounier-Kühn et Cordier, a mis en évidence des données nouvelles concernant la mécanique de l'arbre bronchique à l'état dynamique.

Ce sont donc les éléments de la charpente dans les dispositifs musculaires de l'arbre bronchique qui retiendront tout spécialement notre attention au point de vue histologique pur, au point de vue de leur agencement, au point de vue de leurs connexions avec les autres éléments du poumon intervenant dans la mécanique de cet organe. Nous essayerons ensuite, en nous fondant sur les propriétés de ces dispositifs et sur les données de la physiologie, de montrer les rapports qui existent entre les deux séries de constatations. En un mot, nous apporterons une contribution à l'histo-physiologie des bronches considérées dans leurs fonctions vectrices.

CHAPITRE PREMIER

DONNEES FONDAMENTALES. DETERMINATION DES TUNIQUES ET DES COUCHES DES VOIES AEROPHORES LONGUEUR DES SEGMENTS DES VOIES AEROPHORES

I. — *Données histologiques fondamentales.*

D'excellents travaux ont contribué à la systématisation et à la dénomination correcte des conduits aérophores intrapulmonaires qui font suite à la trachée et à ses deux bronches de bifurcation. Les descriptions déjà anciennes de Charcot, de J. Renaut et de Laguesse, pour ne citer que les travaux français, ont établi la classification suivante, acceptée par la plupart des auteurs, et qui est due spécialement à J. Renaut :

1° Tout conduit aérophore intrapulmonaire extralobulaire porte le nom de bronche. On distingue, suivant leur importance :

a) des bronches de distribution (grosses bronches et bronches moyennes), qui se rendent aux lobes et aux divers territoires d'un lobe pulmonaire, pourvues de cartilages;

b) des bronches interlobulaires (petites bronches), plus petites que les précédentes, qui atteignent presque le pédicule du lobule pulmonaire en se glissant dans les cloisons conjonctives interlobulaires, pourvues de nodules cartilagineux;

c) des bronches sus-lobulaires (petites bronches), courtes, qui pédiculisent le lobule et sont situées dans l'espace interlobulaire adjacent au lobule desservi, pratiquement dépourvues de cartilage;

2° Tout conduit aérophore intralobulaire porte le nom de bronchiole. On distingue :

a) des bronchioles intralobulaires, avec un tronc qui fait suite à la bronche sus-lobulaire et donne quelques rameaux latéraux et avec une arborisation terminale du mode dichotomique, ou ramure; les ramifications atteignent le 9° et même le 12° ordre;

b) des bronchioles terminales, ou acineuses, ou respiratoires au nombre de 50 à 100 pour chaque lobule, ramifications de 9°, 10°, 11°, 12° ordre des bronchioles intralobulaires; chacune débouche, à plein canal et directement chez l'Homme, dans un groupe de canaux alvéolaires simples ou ramifiés, épanouis en bouquet, que l'on nomme acinus pulmonaire.

Cette classification, qui paraît uniquement topographique, correspond assez bien à des structures histologiques différentes que J. Renaut a déterminées de façon précise et à une complication de structure progressive des bronchioles terminales aux bronches de distribution, complication parallèle à l'augmentation du calibre du conduit aérophore. De sorte qu'à la classification topographique de J. Renaut, nous juxtaposons une classification histo-physiologique fondée sur la présence ou sur l'absence de plis de la muqueuse, de glandes et de cartilages; on est conduit à formuler :

1° *Bronchioles terminales* : Simple muqueuse; épithélium cubique sur une mince paroi conjonctivo-élastique avec fibres musculaires lisses;

2° *Bronchioles intralobulaires* : Muqueuse plissée à épithélium cylindrique simple, cellules ciliées et caliciformes sur un chorion conjonctivo-élastique doublé d'une couche annulaire de muscles lisses (muscles de Reissessen); en dehors, adventice conjonctivo-élastique contenant l'artériole, parfois un lymphatique;

3° *Bronches sus-lobulaires* : Mêmes caractères que les bronchioles intralobulaires, sur un court trajet; pas encore d'ébauches de nodules cartilagineux entre le muscle et l'adventice, artériole et lymphatique (possible) dans cette dernière.

4° *Bronches interlobulaires* : Moins plissées que les précédentes à mesure que l'on remonte vers les bronches de distribution; pour le reste, même structure, apparition de glandes petites et pauci-acineuses entre le muscle et les nodules cartilagineux qui deviennent de plus en plus importants, adventice formant une couche épaisse du côté des vaisseaux artériels, veineux et lymphatiques; présence de points lymphoïdes et même de follicules.

5° *Bronches de distribution* : Elles s'étendent sur un assez long parcours, contrairement aux canaux précédents. Dans la muqueuse, l'épithélium tend à la stratification; les cellules à mucus sont disséminées sur toute la surface; les muscles sont proportionnellement plus faibles. Dans la couche conjonctive entre muscle et cartilages, les glandes séro-muqueuses deviennent plus abondantes, mais tendent rarement vers le type penné de la trachée; elles sont cependant pluri-acineuses. Les nodules cartilagineux se transforment en arceaux. Couche adventice de plus en plus importante avec gros vaisseaux artériels, veineux et lymphatiques, nodules lymphoïdes, quelquefois follicules avec centres germinatifs, toujours contingents parce que disséminés.

Telles sont les caractéristiques majeures des conduits aéro-phores intrapulmonaires.

Est-ce à dire que le diagnostic exact de tel canal peut se faire avec certitude et sur une seule préparation ? Ce serait absurde de le penser.

En effet, des bronches de bifurcation aux bronches suslobulaires, les structures se modifient progressivement et plus ou moins rapidement, les coupes intéressent le canal suivant son axe, obliquement ou perpendiculairement, ce qui n'est pas toujours favorable pour une observation précise. Les modifications de structure sont lentes et progressives le long d'un conduit suivi de son entrée dans le lobe jusqu'à la plèvre pariétale; elles seront brusques et sommaires du tronc de la bronche lobaire à son entrée jusqu'aux lobules immé-

diatement adjacents à ce tronc. La division des bronches suivant le mode monopodique a pour effet, en certaines zones, de faire presque directement de la bronche lobaire de distribution une bronche sus-lobulaire qui aura presque la structure d'une bronche interlobulaire, tandis que dans d'autres zones situées à la périphérie et loin du hile du poumon, toutes les structures intermédiaires se dérouleront sur de longs parcours.

Des causes d'erreur dans le diamètre des bronches de divers ordres, dans l'état plus ou moins plissé de la muqueuse, proviennent du mode de fixation des poumons. Nous avons eu à notre disposition des poumons de suppliciés, prélevés trente minutes à une heure après la décapitation. Les fixations sont faites par l'injection dans la trachée de solution de formol à 5 p. 100 et le poumon total est immergé dans la même solution, dans un état moyen de distension, bien déplié. Un tel poumon ne ressemble guère, surtout par son parenchyme lobulaire, aux poumons prélevés après ouverture de la plèvre, ratatinement à l'extrême et découpage de petits blocs immergés ensuite dans le fixateur. On comprend aisément que le diamètre des bronches varie fortement, parfois du simple au double, suivant l'un ou l'autre des procédés de fixation.

Il est donc difficile de classer nominativement les voies aérophores suivant leur diamètre. En gros, les bronches varient de 1,5 à 10 millimètres environ, tandis que les bronchioles ne dépassent pas généralement 1 millimètre.

II. — *Dénomination et individualisation des tuniques et des couches des voies aérophores.*

L'ouvrage classique le plus récent de Branca et Verne distingue fondamentalement dans les canaux aérophores : 1° une tunique interne ou muqueuse, et 2° une tunique externe fibro-élastique. Chacune d'elles subit des variations locales en rapport avec le segment spécial considéré (grosses bronches,

bronches moyennes, petites bronches). Une variation importante de la tunique externe est la suivante : réduite à une simple couche mince, fibro-élastique avec quelques fibres musculaires au niveau des bronchioles terminales, elle s'épaissit dans les bronchioles intralobulaires, la couche musculaire devient plus continue, puis plus épaisse et forme les muscles annulaires de Reissessen; dans les bronches interlobulaires, elle se complique par l'apparition de pièces squelettiques dont l'importance augmente en atteignant les bronches de distribution. Dès lors, au-dessus des bronches sus-lobulaires, la disposition simple primitive devient :

1° Tunique fibro-élastique :

- A. Adventice;
- B. Squelette;
- C. Couche musculaire;
- D. Couche élastique;

2° Muqueuse :

- A. Chorion conjonctivo-élastique;
- B. Epithélium.

La couche musculaire est donc rattachée à la tunique externe pour Branca et Verne.

Beylot et Baudrimont décrivent de leur côté :

a) Pour les bronchioles terminales, une muqueuse avec épithélium et chorion conjonctivo-musculaire;

b) Pour les bronchioles intralobulaires, une muqueuse avec le muscle de Reissessen et une tunique externe adventice fibro-élastique;

c) Pour les bronches interlobulaires, une tunique, dite sous-muqueuse, s'interpose entre le muscle et la tunique externe fibro-élastique; elle contient les pièces cartilagineuses squelettiques. Ils ne distinguent pas les bronches de distribution des bronches interlobulaires.

On voit donc que ces auteurs rattachent la couche musculaire à la muqueuse sans en faire cependant l'homologue de la *muscularis mucosæ* du tube digestif. La notion de la

tunique sous-muqueuse n'est pas sans intérêt pour la localisation exacte des glandes.

Prenant et Bouin ne sont pas catégoriques sur la dénomination des tuniques et la répartition des constituants. Ils admettent dans les bronches interlobulaires une muqueuse et une tunique fibro-élastique contenant les pièces cartilagineuses. Ils notent qu'en raison de la situation de la couche musculaire, on a pu la considérer comme une *muscularis mucosæ*. L'adventice n'a pas été signalée.

Oppel décrit systématiquement trois couches : une interne, muqueuse ; une moyenne, musculeuse, et une externe, fibro-élastique. L'inconvénient de ces trois couches, qui correspondent en réalité à des tuniques, est de faire de la musculeuse une tunique spéciale, et qui n'est justifiée ni par l'importance de ce muscle, ni par sa situation dans les bronchioles terminales.

Ces divergences dans l'histologie topographique, qui n'ont pas grande importance en elles-mêmes, sont cependant une gêne sérieuse pour les débutants qui cherchent à se documenter et elles devraient, en principe, disparaître des ouvrages d'enseignement.

Il est peut-être possible d'arriver à une entente, plus difficile ici que pour le muscle intestinal, canal tantôt large, tantôt étroit, mais sans bifurcation ni réduction progressive du calibre et sans simplification régulière des parois.

Le point de départ pour la distinction et la dénomination des tuniques se trouve nécessairement dans l'histologie topographique des gros canaux aérophores, trachée, bronches de bifurcation et premières bronches de distribution. Ces canaux, à quelques différences locales près, ont une même composition fondamentale :

Tunique muqueuse :

Epithélium ;

Chorion fibro-élastique ;

Couche musculaire, d'importance variable ;

Tunique fibro-élastique, avec glandes et formations squelettiques cartilagineuses d'importance variable;

Tunique adventice fibro-élastique qui se raccorde soit au parenchyme pulmonaire, soit à l'adventice des vaisseaux; ceux-ci sont parfois logés dans un épaissement latéral de l'adventice de la bronche.

Cette classification a pour avantage : 1° de déterminer la structure des très petites bronchioles, réduites à la muqueuse, dans laquelle les formations musculaires sont disséminées dans le chorion; 2° de loger les glandes et les pièces squelettiques dans une couche distincte; 3° de situer les formations annexes dans une adventice dont la structure diffère d'ailleurs de celle de la couche fibro-élastique.

La couche musculaire ne peut être considérée comme une tunique, car elle manque par endroits (trachée); elle est discontinue et se réduit à des fibres disséminées ailleurs (bronchioles terminales).

La couche fibro-élastique mériterait en certains points le nom de tunique sous-muqueuse, là où elle contient les glandes bronchiques; il n'est peut-être pas nécessaire de faire cette distinction si on lui décrit, là où elle existe, une couche interne conjonctivo-glandulaire et une couche externe fibro-cartilagineuse. Elle disparaît presque à l'entrée du lobule.

La tunique adventice est nécessaire soit pour loger les vaisseaux sanguins et lymphatiques, soit pour raccorder le conduit aérophore aux parois des lobules adjacents.

Mais doit-on considérer la couche musculaire comme une *muscularis mucosæ* ? Cela semblerait logique dans les canaux pourvus d'un squelette cartilagineux abondant, rigide et peu déformable (cerceaux cartilagineux); d'ailleurs, les liaisons élastiques étroites et solides avec la couche élastique du chorion justifieraient cette hypothèse; mais dans les bronches sus-lobulaires et les bronchioles son action est presque aussi forte que celle des muscles plexiformes des canaux alvéolaires, avec lesquels elle se continue. Il ne paraît pas nécessaire de vouloir tout ramener à une terminologie univoque

en homologuant la couche musculaire des bronches soit à la couche musculaire des vaisseaux, soit à la *muscularis mucosæ* de l'intestin. D'ailleurs, au contraire de ces dernières, elle double extérieurement le chorion sans envoyer d'expansions atteignant la vitrée ou pénétrant dans les plis (fig. 1, 7 et 8). Elle existe en soi : c'est la couche musculaire des voies aérophores intrapulmonaires, diffuse ou distincte en muscles de Reissessen, des bronchioles intralobulaires en couche musculaire des bronches; « son action est plus ou moins efficace, ici limitée à la muqueuse, là agissant sur toute la paroi, terminant extérieurement et nettement la muqueuse ou parfois perdue dans le chorion de cette muqueuse en faisceaux disséminés ». Cette couche est trop mince, trop irrégulière, trop contingente pour en faire une tunique des voies aérophores. Il paraît donc raisonnable d'en faire une couche profonde de la tunique muqueuse des bronches et une partie intégrante du chorion des bronchioles terminales. Elle apparaît à l'état diffus dans les bourrelets alvéolaires, existe à l'état disséminé dans les bronchioles terminales, se localise en muscle annulaire de Reissessen dans les bronchioles intralobulaires et ne cesse qu'à la trachée. Dans cette dernière, on pourrait dire qu'elle passe dans la tunique fibro-cartilagineuse et se limite au tiers postérieur; mais la légitimité de l'homologation du muscle trachéal et des muscles de Reissessen n'est pas prouvée; elle est en dehors de cette étude.

III. — *De la longueur des divers segments des voies aérophores intrapulmonaires.*

Il est absurde de vouloir fixer une longueur aux divers segments : bronches de distribution, interlobulaires et suslobulaires. On n'a pas essayé de le faire à notre connaissance, et si la question est posée c'est que les longueurs très différentes de l'un des segments, suivant sa place dans le lobe pulmonaire; a des conséquences au point de vue de sa structure.

Prenons une bronche lobaire à son entrée dans le pou-

mon, elle donne immédiatement des bronches de distribution de calibre notable, suivant le mode monopodique. Quelques-unes de ces bronches de distribution seront longues, diminueront lentement de diamètre en gagnant l'apex, la corticalité ou la base du lobe. Les modifications de structure se feront lentement et sur de grandes longueurs de ces voies. D'autres, au contraire, sont très courtes et se résorbent presque immédiatement en bronches interlobulaires ou même en bronches sus-lobulaires pour les lobules adjacents à la bronche lobaire. On conçoit qu'en pareil cas, les trois segments de distribution, interlobulaire et sus-lobulaire, soient très courts et les transitions quasi inexistantes; parfois même, le canal considéré participe de la structure des deux segments, d'où des aspects qui déroutent l'observateur peu averti et qui font croire à l'arbitraire des descriptions classiques. Il en est de même tout le long des bronches de bifurcation pour tous les lobules voisins ou adjacents des voies aérophores majeures.

Il y a donc des bronches de distribution très longues, d'autres très courtes, avec tous les intermédiaires.

Ce mode a un avantage énorme au point de vue de la ventilation pulmonaire, qui n'a pas été signalé à notre connaissance. Supposons une division dichotomique des bronches; les lobules voisins de l'entrée des bronches lobaires, appendus à des canaux très courts, reçoivent par de longs canaux étroits leur contingent d'air, avec retard et difficulté en raison des frottements. Au contraire, avec la division des bronches sur le mode monopodique, l'air suit jusqu'au voisinage des lobules corticaux un canal large et facile et les zones lointaines sont aussi bien alimentées en air que les bronches proches du hile.

Cet avantage physiologique a pour inconvénient des complications d'interprétation histologique des structures qui ne répondent parfois pas à un type bien défini; il faut en connaître la cause et en accepter les effets en se disant que les descriptions histologiques répondent à une moyenne d'organisation, sans tenir compte de tous les cas particuliers.

CHAPITRE II

LOCALISATION DES STRUCTURES CARACTERISTIQUES DES VOIES AEROPHORES INTRAPULMONAIRES REMARQUES ET OBSERVATIONS PERSONNELLES

L'étude des diverses couches d'une voie aérophore permet la détermination du segment de bronche ou de bronchiole rencontré sur une coupe. Il y a donc intérêt à connaître les variations de structure qui se succèdent le long de l'arbre aérophore. Cet exposé comprendra les notions plus spécialement intéressantes, faites au cours de nos recherches sur les poumons de suppliciés, en vue de l'étude dynamique des voies aérophores.

I. — *Tunique muqueuse.*

Lisse, sans plis dans les bronchioles terminales, elle acquiert des plis longitudinaux dans les bronchioles intra-lobulaires et les bronches interlobulaires; puis ces plis s'atténuent et disparaissent dans les bronches de distribution.

A. — *Epithélium.*

L'épithélium (fig. 4) est cubique simple dans les bronchioles terminales; il s'aplatit brusquement pour se continuer avec l'épithélium des alvéoles entées sur la paroi ou avec celui des canaux alvéolaires qui s'épanouissent en bouquet terminal. La forme cylindrique ciliée décrite par Renaut ne corres-

pond ni à sa figure, ni à la réalité. Au début des bronchioles intralobulaires, l'épithélium devient cylindrique, composé de cellules ciliées et de cellules caliciformes. Entre les pieds apparaissent quelques cellules basses, éléments de remplacement et ébauche de la couche profonde de l'épithélium à deux couches.

Les bronchioles sus-lobulaires sont de ce même type.

Les bronches intralobulaires ont déjà un épithélium stratifié : une couche de cellules basses sur la vitrée, surmontée d'une couche de cellules cylindriques (prismatiques) ciliées ou caliciformes. Ces cellules caliciformes se localisent avec prédilection dans les sillons entre les plis (plis glanduleux de Renault).

Dans les bronches de distribution, l'épithélium est semblable au précédent, sauf que les plis sont de moins en moins marqués et les cellules caliciformes uniformément réparties.

On doit signaler que, principalement aux points de bifurcation des bronches de distribution, l'épithélium subit deux métaplasies intéressantes (fig. 1 et 2) :

1° Sur certaines zones très courtes, voisines des bifurcations, il devient multistratifié; plusieurs couches de cellules cubiques ou polyédriques sont surmontées d'une nappe superficielle de cellules à cils ou caliciformes de faible hauteur;

2° En continuité avec ces zones, qui semblent des transitions, on trouve de grandes surfaces ou de petits îlots d'épithélium franchement malpighien à huit ou dix assises cellulaires; les cellules superficielles s'étalent et s'aplatissent comme sur la corde vocale du larynx.

Dé telles métaplasies sont intéressantes à connaître pour l'anatomie pathologique; elles ont été signalées depuis longtemps par Baraban (1890) et revues, ou du moins soupçonnées depuis, par nombre d'auteurs cités par Huguenin (1928) et expliquent les épithéliomas malpighiens du poumon. Les exemples de cette métaplasie ne manquent pas chez nos suppliciés.

B. — Chorion.

Sa texture générale est conjonctivo-élastique ou fibro-élastique. L'abondance des fibres élastiques longitudinales est un caractère majeur.

Dans les bronchioles terminales, il est représenté par une couche conjonctivo-élastique unie et mince, semée de fibres lisses, dispersées, qui établissent cependant la continuité de la couche musculaire entre les muscles de Reissessen et les muscles plexiformes des canaux alvéolaires.

Dans les bronchioles intralobulaires et sus-lobulaires, le chorion présente deux couches (fig. 4) : l'une interne, spécialement élastique, est d'épaisseur très inégale dans les plis ou au-dessous des sillons; chaque pli est alors constitué par un cordage de fibres élastiques longitudinales fortes et serrées, ce qui assure sa permanence; l'autre, externe, est faite de tissu conjonctif avec quelques fibres élastiques obliques ou à direction presque annulaire, qui établissent la liaison entre l'armature élastique interne du chorion et l'armature élastique des muscles de Reissessen.

Dans les bronches interlobulaires, proches des bronches de bifurcation, les cordages élastiques longitudinaux s'atténuent en même temps que les plis diminuent de hauteur et la couche élastique tend à devenir de plus en plus régulière et continue, toujours avec orientation longitudinale des fibres et liaison avec les muscles extérieurs à travers la couche conjonctive occupée en partie par les vaisseaux de la muqueuse.

Ce type se poursuit alors dans les bronches de distribution.

C. — Couche musculaire.

La couche musculaire est continue dans les voies aérophores et dans le parenchyme du lobule, son importance proportionnelle est variable suivant les points. Localisée dans la couche fibro-cartilagineuse du quart postérieur de la trachée,

elle prend dès l'entrée dans le poumon une situation fixe doublant immédiatement le chorion. Les fibres ont une direction générale transversale et forment un muscle annulaire plus ou moins continu qui ne se dissocie et s'éparpille qu'au niveau de la bronchiole terminale; en cette zone, les parois interrompues par des orifices alvéolaires ne sauraient admettre une couche musculaire régulière à direction fixe.

Dans la bronchiole terminale, il n'existe donc que quelques fibres musculaires isolées ou agminées en petit nombre, de direction variable, au milieu des éléments conjonctifs et élastiques du chorion.

Dans les canaux à muqueuse plissée, bronches interlobulaires, bronches sus-lobulaires et interlobulaires apparaît une couche régulière et continue de muscles lisses annulaires (fig. 7), qui a reçu le nom de muscle de Reissessen. Cette nappe est située dans la couche conjonctivo-élastique du chorion et la tunique fibro-élastique; les fibres musculaires y sont disposées sur trois à cinq couches environ, groupées en paquets ou faisceaux, soudées les unes aux autres par leurs cloisons pellucides ou par les cloisons conjonctives peu importantes qui séparent les faisceaux. L'épaisseur de cette couche n'augmente pas proportionnellement au calibre du conduit. Sauf à l'union de la bronchiole terminale, où elle est faible, elle reste à peu près semblable à elle-même dans les canaux aérophores de 0,3 à 2 ou 3 millimètres, dans lesquels elle est plus mince que le chorion et beaucoup plus étroite que la tunique fibro-élastique.

La couche musculaire a une structure banale au point de vue de ses fibres lisses, mais le tissu de soutien a un intérêt particulier. Dans les cloisons pellucides qui unissent et séparent les fibres, on trouve de nombreuses fibres élastiques fines à direction générale annulaire, qui se raccordent au réseau élastique plus fort et plus riche des cloisons interfasciculaires : ce dernier rejoint, tant sur la face interne que sur la face externe de la couche musculaire, une nappe de fibres élastiques à direction générale annulaire. On est donc en

présence d'un muscle lisse annulaire renforcé par une armature élastique exceptionnellement forte, analogue à celle des muscles arrecteurs des poils et peut-être proportionnellement plus importante. La nappe élastique interne envoie de nombreuses fibres qui la lient très solidement à la couche élastique longitudinale du chorion, tandis que la nappe externe ne donne que quelques fibres qui rejoignent l'armature correspondante de la couche fibro-élastique, moins importante que celle du chorion. La liaison la plus étroite existe du côté de la muqueuse plutôt que du côté des couches externes. Ce fait justifie le rattachement de la couche musculuse à la tunique muqueuse.

Dans les bronches de bifurcation, les muscles de Reissessen sont moins denses, les faisceaux moins serrés que dans les bronches interlobulaires; ils laissent entre eux des espaces conjonctifs appréciables. Leur orientation générale reste annulaire, mais avec une tendance vers une disposition plexiforme qui s'accroît naturellement au voisinage des points de bifurcation. L'armature élastique est toujours très forte et les liaisons plus nombreuses du côté du chorion que du côté de la tunique fibro-élastique cartilagineuse.

Au point de vue de la mécanique bronchique, il y a donc trois faits majeurs à retenir :

- 1° la continuité de la couche musculaire d'un bout à l'autre des voies aérophores intrapulmonaires;
- 2° son importance proportionnelle plus grande dans les canaux dépourvus de squelette cartilagineux;
- 3° son renforcement et ses liaisons élastiques, ces dernières du côté de la muqueuse plutôt que du côté de la couche fibro-élastique.

II. — *Tunique fibro-élastique.*

L'importance de cette tunique est naturellement variable; inexistante dans les bronchioles terminales, elle acquiert son individualité dès qu'apparaissent les muscles de Reissessen.

sen. D'abord peu épaisse et ne formant qu'une tunique avec l'adventice, elle se précise au moins sur une face des bronchioles intralobulaires, sus-lobulaires et interlobulaires, là où l'artère ou le paquet vasculaire se joignent au canal aéro-phore. Mais elle prend toute son individualité là où apparaissent en même temps les glandes et les pièces cartilagineuses, c'est-à-dire dans les bronches de distribution (fig. 1 et 4).

Dans les segments intralobulaires et sus-lobulaires, elle est réduite à une couche dépourvue de glandes, tantôt plus faible, tantôt plus forte que le chorion, fibreuse avec un appareil élastique très notable et sans orientation spéciale, elle est souvent en contact direct avec le parenchyme du lobule ou avec le tissu interlobulaire, les fibres élastiques se continuent avec celles du parenchyme ou avec celles du tissu interlobulaire et périvasculaire.

Dans les bronches interlobulaires et de distribution, on peut lui distinguer deux couches : l'une interne, conjonctivo-glandulaire; l'autre externe, fibro-cartilagineuse.

A. — Couche conjonctivo-glandulaire.

La couche conjonctivo-glandulaire (fig. 1 et 4) confine d'un côté à la couche musculaire, de l'autre au péri-chondre et aux ligaments interchondraux (aux cartilages et à la couche fibreuse). Elle est formée d'un tissu conjonctif plutôt que fibreux, plus souple et plus malléable que le chorion, traversé par des fusées fibreuses qui joignent assez irrégulièrement la muqueuse aux cartilages ou à la couche fibreuse. Les fibres élastiques, beaucoup moins nombreuses que du côté du chorion, partent de la couche musculaire et rejoignent celles de la zone dense périphérique. Les glandes sont très rares et très petites dans les bronches interlobulaires; d'après Renaut, elles n'existeraient pas là où règnent les plis glandulaires. Par contre, elles apparaissent dans les bronches de distribution; d'abord pauci-acineuses, parfois faites d'un seul petit lobule, elles tendent vers le type des

glandes pennées dans les grosses bronches. Ces glandes sont situées dans un tissu conjonctif lâche, mais elles sont enlacées et pénétrées par un lacs de fibres élastiques fines. Les vaisseaux et les nerfs sont très abondants dans toute l'épaisseur de la couche conjonctivo-glandulaire. On y trouve même des petits ganglions sympathiques.

B. — Couche fibro-cartilagineuse.

La couche fibro-cartilagineuse est formée d'un tissu fibreux assez dense qui unit des pièces cartilagineuses et loge quelques glandes profondes (fig. 5). La présence de nodules cartilagineux incurvés et disséminés marque le début des bronches interlobulaires, c'est alors un squelette bronchique plus représentatif qu'efficace. « Les plaques cartilagineuses ne constituent pas ici des anneaux continus, mais bien des lames curvilignes distantes entre elles, ou engrenées par leur bord, surtout bien développées sur les éperons séparant les bifurcations des canaux bronchiques. Ces plaques sont formées d'un cartilage hyalin dont les capsules, arrondies au centre de l'îlot cartilagineux, sont aplaties au voisinage du péri-chondre. Quelquefois (chez l'Homme), la substance fondamentale de ces cartilages est parcourue par quelques fibres ou quelques réseaux de grains élastiques. Cette disposition augmente leur souplesse. » (Renaut, *Traité*, p. 522.) Ce dernier fait, signalé ensuite par de Kervily, a été retrouvé dans certaines de nos préparations. On constate également que la substance fondamentale est peu abondante par rapport aux cellules qui, sauf celles de la périphérie, sont volumineuses et réunies en groupes serrés. Le péri-chondre est toujours fortement chargé de fibres élastiques moyennes ou fines; il se continue avec le tissu fibreux interchondral et contribue à constituer une membrane solide dans les grosses bronches. Il résulte de cette structure particulière que les pièces cartilagineuses sont susceptibles de se déformer, sans cependant perdre de leur fermeté; elles évitent ainsi un affaissement

de la paroi bronchique. De place en place, on trouve des glandes profondes au sein de ce tissu. L'armature élastique de cette couche externe est toujours notable, quoique plus faible proportionnellement que celle du chorion.

Dans les bronches de distribution, l'armature cartilagineuse est faite d'arceaux et d'anneaux plus ou moins complets et réguliers : « Elles ne diffèrent des grosses bronches que parce que leurs anneaux cartilagineux, au lieu d'être pleins dans toutes leurs parties, sont perforés de distance en distance pour le passage des glandes bronchiques. » (Renaut, *Traité*, p. 523.)

C. — Glandes (fig. 5 et 6).

On a déjà vu que les glandes n'apparaissent, d'après Renaut, que dans les bronches de distribution : c'est un caractère distinctif important. Cependant, Branca et Verne les décrivent encore dans les « petites bronches » : « Elles diminuent de taille, disent-ils, et de nombre; elles cessent d'exister sur les bronches de 1 millimètre; leur disparition coïncide avec celle du cartilage. » Nous devons donc admettre que certaines des petites bronches de Branca et Verne correspondent à des petites bronches de distribution. L'étude et la description de Renaut sont trop précises pour ne pas en tenir compte. D'ailleurs, en cette matière, on retrouve les incertitudes dues soit au mode de fixation du poumon distendu ou rétracté qui influe sur les diamètres différents donnés par les auteurs, soit à la situation de la bronche proche du hile ou lointaine qui joue un rôle à la fois sur sa longueur, sur celle de la zone de transition et probablement sur sa structure.

L'architecture de ces glandes est pauci-lobulaire dans les petites bronches, lobulaire dans les bronches moyennes et, lorsqu'elles s'enfoncent entre les pièces cartilagineuses, elles tendent très nettement vers le type racémeux des bronches de bifurcation et de la trachée pour celles qui sont situées

entre le muscle et la couche fibro-cartilagineuse des grosses bronches de distribution. Ce type, très particulier, est commandé par la nécessité de loger des acini assez nombreux dans une couche plus épaisse.

Ces glandes sont d'origine entodermique, et bien que leurs acini ressemblent à ceux des glandes salivaires, il paraît difficile de les homologuer avec ces dernières. Il n'y a ni passages de Boll, ni canaux de Pflüger, et les auteurs ne décrivent pas de cellules myo-épithéliales dans les acini.

La nature des glandes a suscité des opinions variées : séreuses, mixtes à prédominance séreuse ou à prédominance muqueuse, suivant les auteurs. En réalité, elles répondent au type mixte en général, à prédominance séreuse ou muqueuse suivant l'individu et surtout l'état des voies aérophores du sujet. Chez nos suppliciés, les cellules muqueuses prédominent, contrairement à l'opinion de Renaut, qui considère que ce type résulte d'une métatypie qui se produit durant la période agonique. Il en jugeait ainsi par rapport aux glandes trachéales et bronchiques, qui lui ont paru uniquement séreuses. La description de Renaut et Bonne (glandes tubuleuses ramifiées, séreuses et glandes tubulo-alvéolaires mixtes à croissants de Gianuzzi) paraît plus conforme à la réalité.

Le conduit excréteur traverse le muscle bronchique entre deux faisceaux musculaires, qui forment une boutonnière pour son passage, il est à épithélium bistratifié et débouche dans une fossette de l'épithélium de surface. De ce fait, il arrive que l'épithélium cilié et caliciforme de surface descend plus ou moins profondément, même au-dessous du muscle. Le plus souvent, le conduit se renfle en ampoule aplatie avant la traversée du muscle et contient à cet endroit un globe de mucus dilué.

D. — Vaisseaux.

Les vaisseaux sont très nombreux et forment un riche lacis dans la couche glandulaire des grosses bronches; ce sont souvent d'énormes capillaires d'où partent des boucles qui traversent la couche musculaire. Ils s'épanouissent alors en réseaux, surtout dans la couche conjonctive de ce dernier. On sait que chez certains Mammifères marins, ils atteignent un énorme développement, de façon à constituer peut-être une zone supplémentaire d'hématose dans des voies aérophores très développées (Barbosa, 1914) ou des réserves sanguines respiratoires (Lacoste et Baudrimont, 1933).

III. — *Adventice* (fig. 5).

Cette tunique n'est pas décrite par beaucoup d'auteurs; elle a cependant une individualité propre là où elle existe. Dans les bronchioles, elle n'existe pratiquement pas. Dans les bronches sus-lobulaires, elle est ébauchée surtout sur la face, qui confine au paquet vasculaire. Dans les grosses bronches, il nous paraît nécessaire de la décrire, ne fût-ce que pour loger les paquets adipeux, les gros vaisseaux bronchiques, les nerfs, les lymphatiques en fente et les ganglions ou les nodules lymphoïdes qu'elle contient.

Sa structure est d'ailleurs très spéciale. Là où elle est bien développée, elle est constituée par des lames fibreuses concentriques à un canal aérophore, anastomotiques entre elles, séparées par de véritables fentes. Ces lames sont appliquées directement contre le périchondre ou le tissu fibreux dense de la couche fibro-cartilagineuse. En dehors des lames, on trouve un tissu fibro-adipeux sans orientation majeure, localisé au bord contigu aux gros vaisseaux, qui établit la liaison avec les travées conjonctives qui les contiennent.

Les lymphatiques sont rarement individualisés en troncles, sauf au voisinage immédiat du hile; le plus souvent,

ils sont constitués par des fentes conjonctives revêtues d'endothélium qui s'étendent, très irrégulières, entre les lames fibreuses de l'adventice ou suivent le paquet vasculaire. De véritables ganglions lymphatiques dont la capsule se confond avec le tissu fibreux avoisinant s'accolent à l'adventice. Par endroits, surtout le long des bronches interlobulaires, des nodules lymphoïdes avec ou sans centres germinatifs se développent soit dans l'adventice, soit à son contact immédiat. Il en existe, d'ailleurs, dans le parenchyme pulmonaire, au voisinage des bronchioles (Guyesse-Pelissier; 1932).

Les dispositions lamelleuses de certaines zones de l'adventice ne sont pas sans intérêt pour les déplacements relatifs de la bronche et du paquet vasculaire.

CHAPITRE III

HISTO-PHYSIOLOGIE

Le parenchyme pulmonaire de l'Homme a l'aspect et la consistance d'une fine éponge humide. Extrait des cavités pleurales il est mou, rétracté, déformable à volonté; il n'a pas de tenue, pas de fermeté. La plèvre viscérale lui donne une surface finement plissée; elle maintient mal la forme des lobes qui s'affaissent les uns sur les autres. C'est une chiffre molle. Au contraire, lorsqu'il est gonflé d'air, il a une certaine fermeté, ses contours sont nets et lisses; il maintient sa forme, il est résistant et élastique. Ceci revient à dire que le poumon ne doit pas sa tenue qu'à l'action de la pression atmosphérique qui tend son tissu élastique interne et superficiel, qui applique la plèvre viscérale sur la plèvre pariétale soutenue et fixée par les parois et les organes relativement rigides de la cavité thoracique.

Donc les parties conjonctives et élastiques qui constituent la trame du parenchyme pulmonaire n'ont aucune valeur de soutien pour l'organe total isolé; les fibres conjonctives se plissent; les fibres élastiques se contournent, mais ne soutiennent pratiquement rien. Seuls, les arceaux cartilagineux des bronches maintiennent celles-ci béantes et le sac pleural empêche la diffluence d'un parenchyme affaissé. Sur les coupes d'un tel poumon, les parois des bronchioles se touchent, les lumières sont effacées, les parois alvéolaires sont plissées, souvent au contact les unes des autres, on reconnaît difficilement le trajet d'un canal alvéolaire tellement il est déformé. C'est pourquoi G. Dubreuil exige, dans tous les cas

où cela est possible, la fixation en extension normale du poumon soit par insufflation, soit par distension liquide. Dans un tel poumon distendu et fixé à son volume normal, tout est net, rigide : alvéoles, canaux alvéolaires, bronchioles et bronches sont béants, toutes les parois sont régulières et tendues. Quels sont les agents de cette tenue élégante du parenchyme et des voies aérophores ? Il y en a deux : l'un est physiologique, c'est la pression atmosphérique qui maintient au contact la plèvre viscérale et la plèvre pariétale dans un espace thoracique rigide et déformable dans certaines limites; l'autre est histologique, représenté par les formations élastiques qui maintiennent en état de tension les plus petites cloisons et les parois des voies aérophores, mais permettent les distensions et les retraites alternatifs de toutes les parties sans que leurs déformations, toujours légères et proportionnées, nuisent aux fonctions.

A l'inspiration : la plèvre élastique se dilate, ses faisceaux conjonctifs onduleux deviennent plus droits; les fibres élastiques se tendent; les parois alvéolaires augmentent de surface; les orifices s'ouvrent, maintenus en place par les fibres d'orifices; les bronchioles et les bronches augmentent légèrement de diamètre. Tout s'agence pour une entrée facile de l'air inspiré.

A l'expiration : toutes les parties diminuent proportionnellement sans perdre leur ordonnance, leur tenue et leurs rapports réciproques; les fibres élastiques sont un peu moins tendues; elles ont aidé par leur rétraction au rejet de l'air, mais sont loin d'atteindre leur limite de retrait élastique.

Au total : presque tout le fonctionnement mécanique du poumon se résume dans l'appareil élastique du parenchyme, des bronches et de la plèvre. C'est l'appareil indispensable et économique qui emmagasine des forces à l'inspiration et les utilise à l'expiration. Par lui, à l'inspiration active succède une expiration passive, sans dépense énergétique pour l'organisme (en dehors des expirations forcées, bien entendu).

On conçoit l'utilité des armatures cartilagineuses pour assu-

rer la béance permanente des grandes voies aérophores; de même pour les muscles, qui sont des régulateurs délicats. Mais ce sont des appareils de luxe au regard des dispositifs élastiques. Il existe dans la série des Vertébrés pulmonés des poumons sans bronches cartilagineuses, sans muscles bronchiques; il n'en existe aucun sans tissu élastique.

Examinons donc, en ce qui concerne les divers segments des voies aérophores de l'Homme, le rôle de l'appareil élastique, de l'appareil musculaire et des squelettes cartilagineux.

Avant d'entrer dans le sujet principal, il n'est pas inutile d'insister, après quelques auteurs, sur l'intérêt de la ramification, suivant le mode monopodique des bronches. Il en a été question dans le chapitre II; nous nous bornerons à rappeler que, grâce à cette disposition anatomique, l'air inspiré atteint avec la même facilité les lobules proches du hile (grosses bronches courtes et petites bronches courtes) et les lobules sous-pleuraux lointains (grosses bronches longues et petites bronches courtes). L'air circule aisément dans les grosses bronches et ne trouve de résistance réelle qu'en atteignant les bronches interlobulaires et sus-lobulaires, qui sont assez courtes, quelle que soit la situation proche ou lointaine du hile du lobule desservi.

D'ailleurs, la bronche sus-lobulaire (ou pédiculaire) n'est qu'un très court segment de la bronche interlobulaire, qui n'a été distingué histologiquement que dans le but de raccorder le lobule à un seul canal interlobulaire et aussi parce que ce court segment aérophore est généralement dépourvu de nodules cartilagineux.

I. — *Recherches physiologiques spéciales.*

La physiologie de la mécanique des voies aérophores intrapulmonaires a été précisée par des recherches radiologiques récentes dont nous exposons l'essentiel.

Jackson (1927) a déjà décrit, par l'exploration radiologique

des bronches, des mouvements de rétraction, de contraction, d'allongement et de raccourcissement; il a noté des contractions rythmiques au cours de la respiration.

Mac Duval (1928) donne une méthode pour enregistrer les modifications du calibre des bronches, le thorax étant employé comme pléthysmographe. Cette méthode a cédé, semble-t-il, devant l'exploration radiologique.

Bullova et Gottlieb, étudiant les bronches du chien remplies de substance opaque, ont décrit des mouvements péristaltiques, capables de vider les canaux aérophores; ces mouvements sont suspendus par l'interruption de la continuité de la muqueuse.

Hudson et Jarre (1929), par des radiographies en série (5 images à la seconde), confirment les données précédentes; ils signalent notamment :

1° Des ondes de contraction sur les grosses bronches à la fin de l'expiration, suivies du relâchement complet durant l'inspiration; il y a donc des contractions intermittentes;

2° L'existence de ce phénomène même dans le poumon affaissé par un pneumothorax et avec phrénicectomie; donc, les mouvements respiratoires du poumon ne sont pas en cause dans la production des ondes de contraction bronchique;

3° Le spasme bronchique permanent avec réduction extrême du calibre, chez deux asthmatiques, en dehors des crises;

4° La dilatation bronchique arrête l'onde de contraction à son niveau dans la dilatation bronchique.

Cordier et Mounier-Kühn (1933) décrivent un péristaltisme bronchique suivant le mode ondulatoire, qui fait progresser le lipiodol injecté, qui fragmente même la colonne de cette huile iodée. Ils précisent, en outre, des mouvements de dilatation et de rétrécissement synchrones des mouvements inspiratoires et expiratoires, et l'élévation et l'abaissement des bronches en rapport avec les mouvements pulmonaires totaux.

Gordon Calder (1929), utilisant des poumons fixés en distension, a disséqué des bronches et des bronchioles et parle de

muscles annulaires et longitudinaux dans les bronches et des muscles en réseaux dans les bronchioles terminales. Il rattache le muscle trachéal aux muscles bronchiques par extension circonférencielle et abandon des rapports avec les cartilages. Il compare les muscles bronchiques à un muscle intestinal un peu discontinu. Les bronches s'élargissent par la manœuvre de Valsava (inspiration forcée) et se rétrécissent par la manœuvre de Müller (expiration forcée) (Weingartner). Il existe des mouvements péristaltiques : la longueur de l'onde est de 10 centimètres.

Cordier, Mounier-Kühn et Lévy (1933) résument ainsi la mécanique bronchique :

1° Mouvements de diastole et de systole bronchiques en correspondance avec l'inspiration et l'expiration (variation du diamètre de 2 millimètres dans une bronche de 8 millimètres);

2° Mouvements d'abaissement et d'élévation des bronches en rapport avec les déplacements totaux du poumon durant la respiration;

3° Mouvements péristaltiques propres aux conduits aéro-phores.

Signalons enfin un travail de Mme Margaret Red Lewis, qui, dans des explantations et cultures de poumons embryonnaires de poulet, a observé, surtout chez des embryons, du neuvième au dix-septième jour, des contractions rythmiques des muscles bronchiques, influencées par la température du liquide conservateur. Cette expérience est fort intéressante, car c'est une observation directe des contractions bronchiques.

Les recherches de Bonnamoure et Badolle (1929), Sergent et Cottenot (1929), ont trait au remplissage des bronches par des liquides opaques aux rayons X, plutôt qu'à la physiologie de ces conduits.

En résumé, on aboutit :

1° A des mouvements probablement passifs : élargissement et rétrécissement, allongement et raccourcissement des bron-

ches, concomitants de l'inspiration et de l'expiration. C'est ce qu'on supposait nécessairement avant de l'avoir observé;

2° A des mouvements de péristaltisme.

Voyons l'action et le rôle des constituants histologiques des bronches dans ces mouvements.

II. — *Rôle des divers constituants histologiques.*

La majeure partie des faits exposés ci-dessous résulte de la mise au point de données précises puisées dans les enseignements oraux de nos deux maîtres au laboratoire d'anatomie générale et d'histologie, les Professeurs G. Dubreuil et A. Lacoste.

Les constituants des bronches et bronchioles peuvent être classés, au point de vue dynamique, de la façon suivante :

1° Formations passives :

- a) squelettiques : nodules et arceaux cartilagineux;
- b) de charpente et de liaison : tissu fibreux, conjonctif et formations élastiques à l'état de tension statique;

2° Formations actives :

- a) muscles lisses;
- b) formations élastiques à l'état d'extension dynamique par inspiration.

L'action de ces divers constituants résulte d'abord de leurs propriétés naturelles, ensuite de leur mode d'agencement par rapport au canal aérophore et par rapport aux tissus voisins (cloisons interlobulaires, parenchyme du lobule, plèvre, troncs bronchiques voisins).

A. — *Constituants élastiques.*

Il n'est pas indifférent que toutes les parties du poumon soient élastiques pour le bon fonctionnement de l'organe et on a vu que le constituant le plus important au point de vue de la mécanique pulmonaire est le tissu élastique; c'est

aussi le plus constant dans la série des Vertébrés pulmonés.

Grâce à ses fibres élastiques, qui se laissent étendre et reviennent automatiquement à leur longueur antérieure, un organe toujours en mouvement accommode ses diverses parties à des dimensions variables sans modifier leurs rapports réciproques. On connaît l'importance des fibres élastiques dans la plèvre viscérale, dans les cloisons interlobulaires, dans le parenchyme respiratoire de chaque lobule. A l'inspiration : le volume des poumons augmente de 2, 3, 4 litres; le tissu se distend; la plèvre s'étend en tous sens; les cloisons interlobulaires augmentent de surface entre tous les lobules; les canaux alvéolaires s'allongent et s'élargissent; les alvéoles s'élargissent. Il est nécessaire que les bronches soient assez souples pour s'allonger et s'élargir corrélativement et leur tissu élastique permet ces mouvements qui ne sont limités que par l'inextensibilité d'un tissu fibreux dont les fibres n'atteignent qu'exceptionnellement leur possibilité de déplissement (on sait qu'à l'état de relâchement les fibres collagènes sont flexueuses, onduleuses; elles deviennent droites à l'extension, mais ne se laissent pas allonger très sensiblement à la traction forcée). Remarquons, en outre, que les armatures élastiques deviennent progressivement plus délicates des bronches sus-lobulaires aux bronchioles terminales, la tension élastique s'atténue et se répartit des bronches aux bronchioles et au parenchyme.

Telle est l'utilité générale des armatures élastiques des voies aérophores.

Mais on doit remarquer que le point où cette armature est le plus développé correspond à un segment moyen : bronchioles intralobulaires, bronches sus-lobulaires (ou pédiculaires) et tronc de la bronchiole intralobulaire. Dans cette zone dépourvue de squelette cartilagineux ou à nodules disséminés, en rapport avec le parenchyme délicat du lobule, les cordages élastiques longitudinaux des plis de la muqueuse jouent le rôle de charpente souple ou semi-rigide; la traction élastique du parenchyme voisin maintient la petite

bronche ou la bronchiole béantes, elle est insuffisante pour détourner de leur direction normale ces forts cordages, qui s'opposent à l'ectasie de la paroi, la couche élastique et le muscle par sa tonicité sont aussi une garantie contre cette dilatation. Il existe encore un avantage des cordages séparés sur la couche continue; leurs interstices permettent l'accès facile des vaisseaux capillaires destinés à la muqueuse, alors que leur pénétration serait illogique dans l'épaisseur de ces petits tendons élastiques (les tendons et les ligaments élastiques sont presque avasculaires); les plis augmentent la surface interne des conduits et favorisent ainsi l'humidification et le réchauffement de l'air admis dans les canaux alvéolaires.

Dans les bronches de distribution, la couche élastique de la muqueuse est proportionnellement plus insignifiante, en dépit des renforcements locaux et longitudinaux qu'elle présente. Dans ces grosses voies aérophores, la distension du tissu fibreux serait possible, car ce tissu se laisse distendre par croissance interstitielle à la suite des pressions ou des tractions faibles et lentes, continues ou intermittentes, prolongées (ectasies veineuses, dilatation parfois énorme de la veine ophtalmique); mais les arceaux cartilagineux s'y opposent partiellement, et plus encore l'armature élastique générale de la bronche.

Un rôle très général de l'armature élastique longitudinale de la muqueuse est le suivant : la remise en place de tout segment de la tunique déplacé soit par allongement et raccourcissement, soit par dilatation et rétrécissement (diastole et systole), soit par onde péristaltique. Toute la muqueuse également tendue dans toutes ses parties ne se laisse déplacer légèrement que pour revenir à une position d'équilibre, autour de laquelle elle oscille, sans jamais s'y arrêter; elle est comparable en cela à la paroi aortique. Le plissement transversal, au moment du raccourcissement, est impossible, car ce dernier est réparti automatiquement sur toute la longueur de l'arbre aérophore,

Enfin, s'il en est besoin, l'armature élastique des bronches et bronchioles confère à leur paroi une certaine fermeté, une certaine tenue moins forte mais un peu analogue à celle de la paroi aortique.

En résumé, le tissu élastique des bronches et des bronchioles a l'avantage d'établir des liaisons souples avec le tissu pulmonaire, de maintenir la muqueuse en état de tension permanente et régulière, s'opposant à son plissement ou à ses déplacements constants; elle en fait une tunique flexible et accommodée incessamment sur toute sa longueur aux déplacements des diverses parties et du parenchyme voisin. Il est l'agent qui permet le rétrécissement et le raccourcissement expiratoire sans dépense énergétique des voies aérophores; il paraît superflu d'en faire la démonstration.

B. — Constituants musculaires.

Les muscles bronchiques sont presque les seules parties qui aient intéressé vraiment les physiologistes. Il est juste de reconnaître qu'ils ont établi, avec les médecins et les radiographes, l'existence de mouvements péristaltiques.

Le rôle des muscles bronchiques, du muscle de Reissessen peut être envisagé à divers points de vue.

D'abord, il est en état de tonicité constante et tend à rétrécir le calibre du conduit, du fait de la disposition généralement annulaire de toutes ses fibres; il aide donc au rétrécissement rythmique des lumières. Mais son armature élastique, reliée à celle des cartilages ou du parenchyme pulmonaire, équilibre constamment son retrait tonique.

Ensuite, il est contractile et fortement développé dans les canaux sans cartilages; on imaginerait facilement qu'il peut interrompre la lumière en certains points, pour exclure par exemple certains territoires pulmonaires durant les périodes de calme. Nous ne pensons pas que cette action soit normale en dehors de certains états pathologiques. La régulation de la ventilation pulmonaire se fait par l'amplitude variable des

mouvements respiratoires plutôt que par la détermination de zones momentanément fonctionnelles et momentanément exclues du courant aérien. Des fixations sans ménagements montrent bien des bronchioles à lumière effacée comme des canaux alvéolaires totalement étranglés, mais ce sont des conditions non physiologiques, en rapport avec l'affaissement total du parenchyme pulmonaire. Donc, le rôle régulateur de la ventilation pulmonaire des muscles bronchiques est faible, si tant est qu'il existe.

Restent les mouvements péristaltiques. Il faut admettre que le muscle est le véritable et le seul moteur à cet égard. C'est son véritable rôle. Et il n'est pas besoin de lui supposer des fibres longitudinales, difficiles à déceler sur les coupes, aperçues par M. Red Lewis sur des bronches embryonnaires. La disposition réticulaire, comme le croit Gordon Calder, avec faisceaux orientés aussi bien en longueur qu'en largeur, est relativement exacte au niveau des zones de bifurcation, et spécialement du côté de l'éperon; mais l'orientation générale, lorsqu'elle n'est pas troublée par un dispositif anatomique, est franchement annulaire.

Du fait de l'organisation des divers segments des voies aérophores, ces mouvements péristaltiques retentissent sur toute la paroi des bronchioles intralobulaires et interlobulaires, tandis qu'ils sont probablement limités à la muqueuse des bronches de distribution. Dans ce dernier segment, on note, en effet : 1° la liaison étroite du muscle avec la couche élastique de la muqueuse; 2° la liaison très lâche avec la couche fibro-cartilagineuse par l'intermédiaire de la couche épaisse conjonctivo-glandulaire. Ces liaisons sont surtout le fait des fibres élastiques nombreuses, assez fortes et serrées du côté de la muqueuse, tandis qu'elles sont discrètes et fines du côté de la couche externe. Il y a là une raison à la fois histologique et physiologique pour rattacher la couche musculuse à la tunique muqueuse, comme cela a été fait plus haut. Dans ces conditions, la contraction propagée de proche en proche des faisceaux annulaires des muscles bronchiques

doit créer une onde de rétrécissement local de la lumière qui se propage parallèlement le long des bronches.

Il est inutile de discuter l'action du nerf vague broncho-stricteur pour les uns, non bronchostricteur pour d'autres, dilatateur et constricteur pour d'autres encore. Les ganglions sympathiques constituent des centres autonomes au-delà desquels tout devient confus et contradictoire.

Au total, nous devons considérer le muscle bronchique comme un appareil de perfectionnement réservé à certains Vertébrés pulmonés et dont le rôle normal est d'assurer des mouvements péristaltiques de la paroi ou de la muqueuse.

C. — Constituants cartilagineux.

Leur rôle est fonction de leur importance relative, et surtout de leur forme.

S'ils sont disséminés en nodules plats et curvilignes, ils constituent un squelette peu efficace, comme dans les bronches interlobulaires. S'ils forment des arceaux nombreux serrés et réguliers, ils peuvent avoir un gros intérêt comme pièces de résistance. S'ils sont en anneaux ou arceaux complets, ils s'opposent naturellement à la réduction de diamètre de la tunique externe, car ils sont incompressibles. Mais il ne semble pas que l'on trouve habituellement les « anneaux » même perforés, décrits par Renaut, dans les grosses bronches et dans les bronches de distribution. Le plus souvent, ce sont des arceaux très incomplets, de forme irrégulière, avec des prolongements latéraux qui s'engrènent dans les creux des arceaux voisins.

Dès lors, les cartilages bronchiques ont un rôle de soutien général; ils donnent à la tunique fibro-élastique cartilagineuse une rigidité qui s'oppose à son affaissement, et, de ce fait, maintiennent la lumière perpétuellement béante.

Mais, ces arceaux, recouverts d'un périchondre à fibres élastiques fines et nombreuses, creusés de cavités cellulaires nombreuses et volumineuses, sont facilement déformables,

leur rayon de courbure peut augmenter ou diminuer. Leurs liaisons avec les pièces voisines sont fibro-élastiques, et bien qu'on ne rencontre pas dans les bronches les ligaments interchondraux et chondro-muqueux si nets et si bien décrits par Renaut dans la trachée, ils sont cependant solidement unis entre eux, mais par des liaisons souples. Leurs contours respectifs peuvent donc se rapprocher ou s'éloigner, leurs bords peuvent même chevaucher (en réalité, ce chevauchement n'existe pas à l'état physiologique; il est le résultat du retrait total du poumon). Ils sont donc mobiles les uns par rapport aux autres et permettent des mouvements expiratoires de rétrécissement de la bronche dus à la tension de l'armature élastique bronchique et de dilatation inspiratoire par traction de l'armature élastique du parenchyme. Des mouvements actifs du même ordre sont possibles par la contraction du muscle bronchique. Le retour à l'état d'équilibre est alors le fait de la tension élastique générale du parenchyme pulmonaire.

Les mouvements des pièces cartilagineuses se réduisent donc à de faibles augmentations de courbure ou à de légers déplacements réciproques.

III. — *Adventice.*

Elle est bien développée dans la zone de la bronche, qui confine au paquet vasculaire voisin. On sait que les artères et artérioles, veines et veinules de ce paquet, situées à faible distance du cœur droit, sont toujours fortement élastiques; elles sont pourvues d'une adventice propre qui leur laisse une liberté de mouvement par rapport aux bronches et au parenchyme pulmonaire voisin, d'ailleurs, les gros vaisseaux sont plongés dans une gangue conjonctive assez épaisse qui les isole. Des lobules adipeux augmentent encore leur indépendance. Les ganglions lymphatiques nous ont paru généralement annexés aux bronches plutôt qu'au paquet vasculaire.

Du fait de l'indépendance relative des gros vaisseaux du

poumon par rapport aux bronches, il s'ensuit que les deux catégories d'organes peuvent jouer librement et indépendamment les unes par rapport aux autres. La distension et l'allongement systolique des gros vaisseaux ne retentissent guère sur les voies aérophores; les mouvements péristaltiques des bronches n'atteignent pas, ou faiblement, les vaisseaux.

Naturellement, les vaisseaux subissent un allongement et un raccourcissement corrélatif de celui des canaux aériens. Tous ces mouvements et le retour à l'état d'équilibre statique sont facilités par l'abondance des armatures élastiques.

Au total, pour la mécanique respiratoire du poumon, qui est entièrement passive, le tissu élastique du parenchyme et des voies aérophores, toujours très développé, a un rôle majeur. Il permet l'extension facile et harmonieuse des diverses parties du poumon, son importance locale dans les diverses zones paraît toujours proportionnelle à la valeur des forces mises en jeu dans les zones considérées et les liaisons élastiques multiples et proportionnées entre les divers territoires permettent le jeu relatif des parties en liaison tantôt plus, tantôt moins étroites, suivant l'opportunité.

Enfin et surtout, grâce à ce tissu élastique, à l'inspiration active due aux muscles inspireurs, succède une expiration passive due à la propriété de retrait élastique des fibres répandues à profusion dans le parenchyme, les voies aérophores et la plèvre. Ce rôle a été bien mis en évidence par les physiologistes; notre but a été de localiser exactement cette action dans les voies aérophores et de montrer les liaisons actives avec les parties voisines.

Le muscle bronchique agit d'abord et avec prédilection sur la muqueuse des grosses bronches de distribution. Là où le squelette cartilagineux est réduit ou absent, il entraîne dans ses mouvements toute la paroi du conduit. Mais, dans ces mêmes segments, ses liaisons sont plus solides avec la muqueuse qu'avec la tunique fibro-élastique. Le rôle majeur du muscle bronchique réside dans la production des mouvements péristaltiques de la paroi totale des bronchioles et des

petites bronches et de la muqueuse des grosses bronches. Il est probable que ces mouvements faibles à l'état normal doivent s'exagérer lors de l'introduction des liquides, même non irritants dans les voies aérophores. C'est vraisemblablement ce qui a permis aux radiologistes de les saisir et de les cinématographier.

L'importance de ces actions élastiques et musculaires, leur exacerbation, leur affaiblissement et leur disparition lors des défauts anormaux ou de processus pathologiques se déduit aisément des considérations déjà signalées ou des faits mis en relief au cours de ce chapitre; leur exposé sort complètement du domaine de cette étude histo-physiologique.

CONCLUSIONS

La structure des parois des voies aérophores intrapulmonaires a été précisée au cours des deux premiers chapitres de ce travail. Les liaisons des tuniques et des couches entre elles ou avec les parties voisines ou lointaines du parenchyme pulmonaire ont été exposées, car dans la mécanique du poumon toutes les formations intrapulmonaires sont indissociables.

Le poumon est, au premier chef, un organe élastique dans toutes ses parties; accessoirement il est pourvu, tant dans sa partie respiratoire que dans sa partie aérophore de dispositifs musculaires intéressants.

Les éléments principaux qui interviennent dans la mécanique des bronches intrapulmonaires sont : des parties passives : cartilages et armatures fibro-élastiques préalablement mises en tension, du fait des muscles inspireurs ou de la mécanique respiratoire.

Les cartilages des bronches intrapulmonaires ont un effet statique pour le maintien de la béance des voies aérophores qui en sont pourvues. Mais comme ils ne sont jamais des anneaux complets, ils permettent la diminution ou l'augmentation du diamètre du canal soit par les variations de leur courbure, soit par le chevauchement de leurs bords amincis.

L'armature élastique à l'état statique a pour effet le maintien des structures internes de la muqueuse bronchique, plis et saillies; en état de tension permanente, elle assure la béance continue de tous les orifices et canaux dépourvus de squelette.

Le muscle bronchique est autonome et sa motricité est conditionnée par des centres nerveux immédiatement voisins (ganglions sympathiques); son rôle habituel est la production d'ondes péristaltiques qui vont de la périphérie vers le hile : ces mouvements nets et étendus dans les bronchioles et petites bronches, dépourvues de cartilage se réduisent à des rétrécissements de très faible amplitude (un quart de millimètre environ du diamètre). Les variations de diamètre à l'inspiration et à l'expiration sont vraisemblablement passives, dues à la dilatation ou au retrait du parenchyme pulmonaire qui entraîne les parois bronchiques auxquelles il est intimement lié. Le muscle est donc inactif dans ce cas. Il n'intervient qu'exceptionnellement dans la régulation de la ventilation pulmonaire normale.

Les formations élastiques tendues soit par l'inspiration, soit par les effets de contraction des muscles bronchiques, deviennent actives pour ramener dans la situation d'équilibre expiratoire soit la muqueuse, soit les cartilages; au total, toute la paroi bronchique. Elles participent à la force de retrait élastique du poumon, qui provoque le phénomène physiologique connu sous le nom de vide pleural.

Muscle et armature élastique sont deux constituants importants de l'appareil aérophore et des zones respiratoires du poumon, le second est accessoire et représente un appareil de perfectionnement.

VU : *Le Doyen,*

PIERRE MAURIAC.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président,

G. DUBREUIL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER .

Bordeaux, le 20 juillet 1935.

Le Recteur de l'Académie,

A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

- BARABAN. — L'épithélium de la trachée et des bronches chez un supplicié. *Revue médicale de l'Est*, XVII^e année, t. XXII, p. 545-554, Nancy, 1890.
- BAUDRIMONT. — Dispositifs musculaires et élastiques du poumon des Vertébrés. Etude histologique et histo-physiologique. Bordeaux, 1929, Imprimerie Siraudeau.
- BEYLOT et BAUDRIMONT. — Manuel théorique et pratique d'histologie, 1932.
- BRANCA et VERNE. — Précis d'histologie.
- BUJARD (Eug.). — Remarques sur l'architecture fonctionnelle du cartilage de quelques anneaux trachéaux. *Bulletin d'histologie*, février 1935.
- BONNAMOURE et BADOLLE. — Le remplissage des bronches par le lipiodol. *Journal de médecine de Lyon*, janv. 1929.
- CORDIER, MOUNIER-KÜHN et LÉVY (Al.). — La cinétique bronchique. Soc. méd. des hôp. de Paris, 10 févr. 1933.
- GARDNER. — *Biology Centralblatt*, 1897, XVII, p. 394.
- GUYESSE-PÉLISSIER. — L'état réactionnel. Evolution du tissu lymphoïde en réaction. Librairie Félix Alcan, Paris, 1932.
- HUGUENIN. — Thèse Paris, 1928, p. 24.
- LACOSTE et BAUDRIMONT. — Dispositifs d'adaptation fonctionnelle à la plongée dans l'appareil respiratoire du Marsouin. Extrait des *Arch. d'anat., d'histol. et d'embryol.*, t. XVII, 1933, p. 1-48.
- LAGUESSE. — *Echo médical du Nord*, 25 août 1901.
- LEWIS. — *Amer. Journ. Physiol.*, 1931, liv. 1922.
- LUCKARDT et CARLSON. — *Amer. Journ. Physiol.*, 1924, XVIII, 385.

- MACKLIN. — The musculature of the bronchi and lungs. *Reprint. from physiol. Rev.*, vol. IX, n° 11, janv. 1929.
- Bronchial lenght changes and other movements. *Tubercle*, oct.-nov. 1932.
- The dynamic bronchial Tree. *The Amer. Rev. of tubercul.*, vol. XXV, n° 3, mars 1932.
- OPPEL. — Lehrbuch des vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere, 1905.
- PRENANT et BOUIN. — Traité d'histologie.
- RENAUT. — Traité d'histologie pratique, 1899.
- ROGER et BINET. — Physiologie normale et pathologique.
- SERGEANT et COTTENOT. — *Presse médicale*, 15 avril 1929.
- WEINGARTNER. — *Fortschritte a. das gebiet d. Roentgenstrahlen*, 1914, XXII, 597.

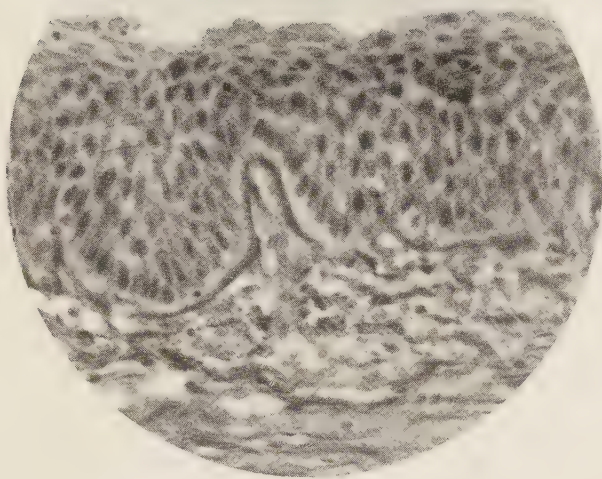


FIG. 1. — *Epithélium du type malpighien à la bifurcation d'une grosse bronche de distribution (Homme). Hématox. ferr., Picro, ponceau. — Gr. = 320*

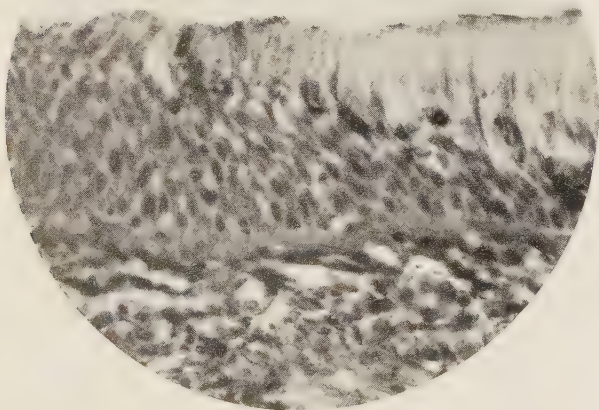


FIG. 2. — *Point de passage de l'épithélium cylindrique à l'épithélium malpighien à la bifurcation d'une grosse bronche de distribution. Hématox. ferr., Picro, ponceau. — Gr. = 320.*

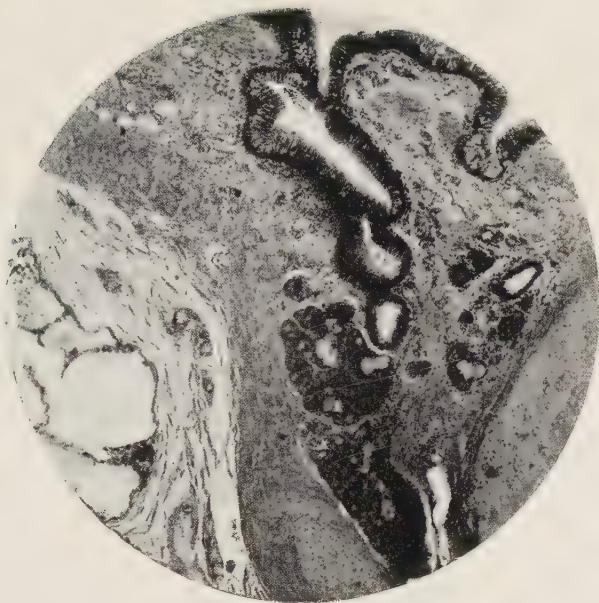


FIG. 3. — Canal excréteur d'une glande dans une grosse bronche de distribution, avec dilatation ampullaire normale (Homme). Hématox. ferr., Picro, ponceau. — Gr. = 43.



FIG. 4. — Muscle bronchique et son armature élastique dans une grosse bronche de distribution (Homme). Fuchsine ferrique de Weigert, coupe longitudinale tangentielle du muscle. — Gr. = 95.

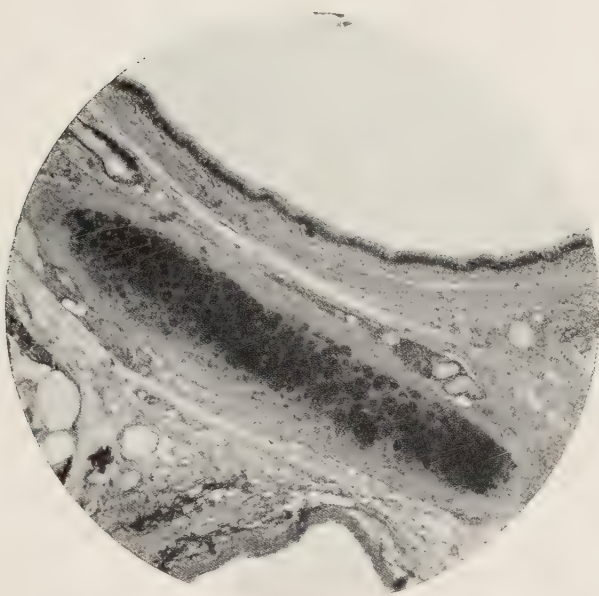


FIG. 5. — *Paroi d'une bronche de distribution, montrant la tunique muqueuse, la tunique fibro-cartilagineuse et l'adventice qui confine aux vaisseaux (Homme). H. E. Coupe transversale. — Gr. = 50.*



FIG. 6. — *Armature élastique de la muqueuse et du périchondre dans une bronche de distribution (Homme). Fuchsine ferrique de Weigert. — Gr. = 50.*

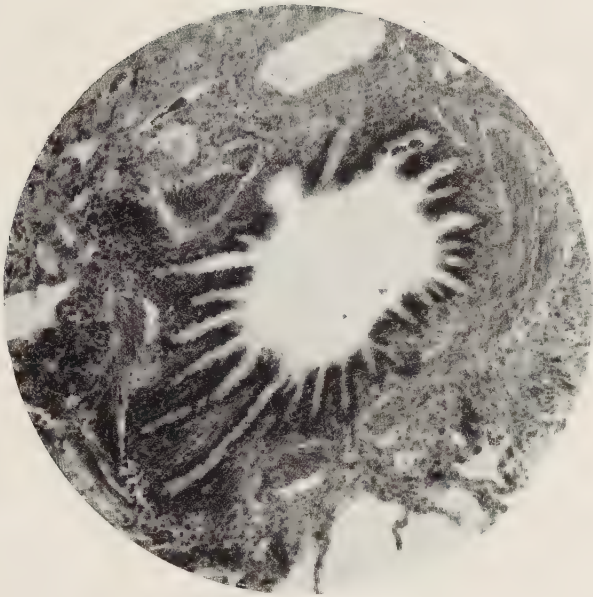


FIG. 7. — *Bronche interlobulaire (Homme)*. Hémat. Eosine. Coupe transversale.
Gr. = 80.

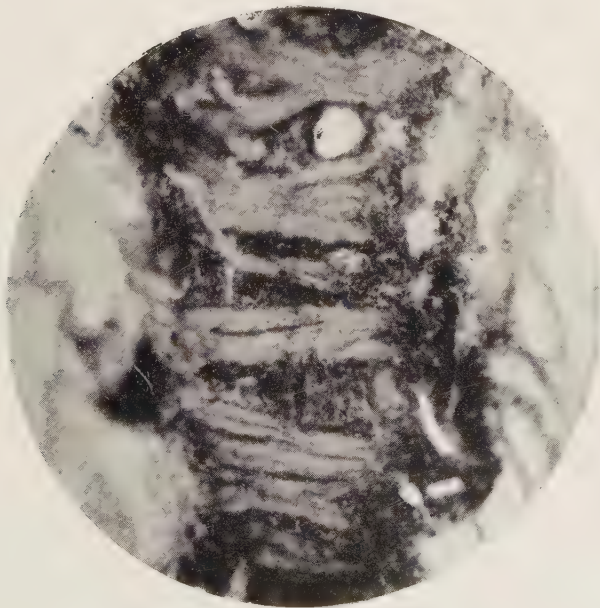


FIG. 8. — *Muscle de Reissens dans une bronche interlobulaire, avec son armature élastique et un canal glandulaire*. Fuchsine ferrique de Weigert. Coupe tangentielle. — Gr. = 330.

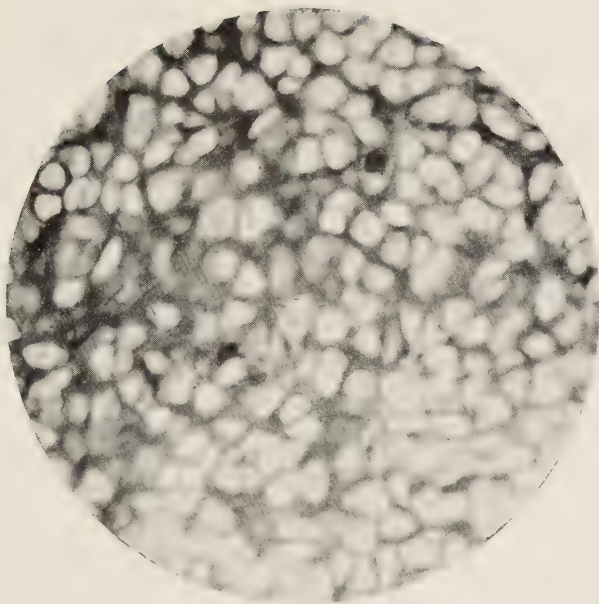


FIG. 9. — *Cartilage bronchique, zone centrale très cellulaire dans une bronche de distribution (Homme). Fuchsine ferrique de Weigert. — Gr. = 495.*

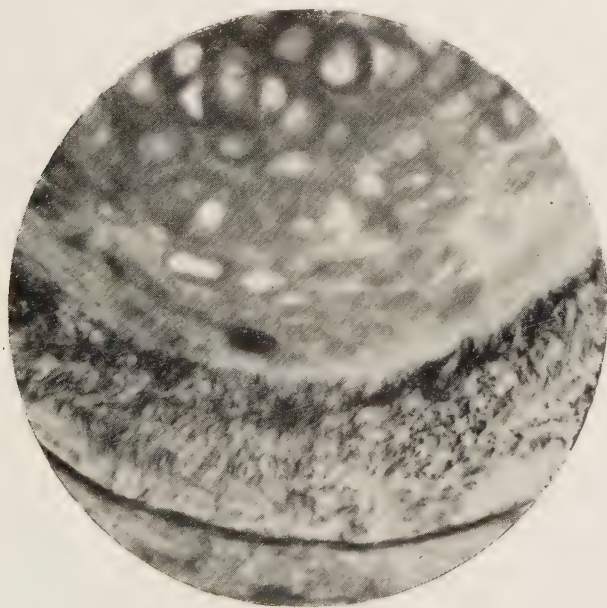


FIG. 10. — *Cartilage bronchique et son périchondre, cellules cartilagineuses de la périphérie aplaties, forte armature élastique du périchondre (Homme). Fuchsine ferrique de Weigert. — Gr. = 255.*

